

УДК 620.186

**Н. А. Дубровина\*, С. В. Сергеев, М. Ш. Аль-Бдейри**

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
г. Белгород

\**nepryakhina@bsu.edu.ru*

Научный руководитель — канд. физ.-мат. наук *Т. Н. Вершинина*

## ПОЛУЧЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ПОРШНЕ МЕТОДОМ ГАЛЬВАНОПЛАЗМЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ

В статье рассматривается способ получения теплозащитного покрытия на деталях цилиндропоршневой группы ДВС из алюминиевых сплавов методом гальваноплазменной модификации ГПМ поверхности, а также приведены результаты по топливной экономичности.

*Ключевые слова:* гальваноплазменная модификация, покрытие, оксикерамика, алюминиевый сплав, топливная экономичность.

**N. A. Dubrovina, S. V. Sergeev, M. SH. O. Albdieri**

## PREPARATION OF COATINGS ON PISTON BY THE METHOD OF GALVANOUS PLASMA MODIFICATION

The article provides methods for producing a heat-shielding coating on cylinder parts made of internal combustion engines made of aluminum alloys by the method of galvanic-plasma modification of the surface of GPM, which also give results on fuel economy.

*Key words:* galvanic-plasma modification, coating, oxyceramics, aluminum alloy, fuel efficiency.

**Т**еплозащитное покрытие должно обладать низкой теплопроводностью, около  $0,6 \text{ Вт/м}^*\text{К}$ , что возможно только при объемной пористости не менее 10–15 %. Тепловой барьер, создаваемый таким теплозащитным слоем, должен быть не менее  $70...100 \text{ }^\circ\text{C}$ , чтобы обеспечить ощутимое влияние на термодинамический цикл ДВС. При этом его толщина должна составлять от 0,12 до 0,2 мм [1].

Обработке методом гальваноплазменной модификации ГПМ подвергались днище и жаровой пояс поршня из сплава АК12ММгН ДВС Cummins KTA-50. Нанесение покрытия проводилось на установке ЭЛС МДО-50-АКТ-001 в щелочном силикатносодержащем электролите в симметричном конденсаторном режиме, время обработки — 1 час.

На рис. *а* видна неоднородная поверхность оксидного покрытия, развитый рельеф и пористость, видно, что объемная пористость около 10 %, средний размер пор ~1,9 мкм. При анализе поперечного шлифа (рис., *б*) было установлено, что покрытие однородно по всей поверхности поршня, средняя толщина покрытия составляет ~130 мкм. Объемная пористость на поперечном шлифе составляет 10,6 %, размеры пор изменяются в интервале от 0,1 до 8 мкм. Такая пористость и развитая поверхность оксидного покрытия может говорить о его высокой теплозащитной способности, что в целом приводит к снижению теплонапряженности поршневых групп дизельных двигателей [2].

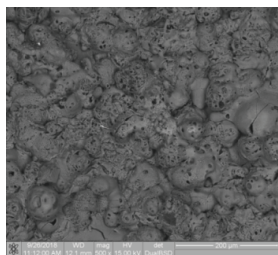
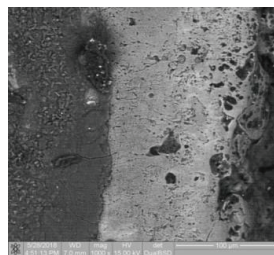
*а**б*

Рис. Микроструктура поверхности на днище поршня (*а*) и поперечный шлиф покрытия (*б*)

Результирующие данные по топливной экономичности получены при стендовых испытаниях двигателей КТА38 С на АО «Черногорский ремонтно-механический завод», входящий в состав компании «СУЭК», и подтверждены протоколами испытаний.

Согласно данным, полученным при стендовых испытаниях двигателей КТА38 С, топливная эффективность предлагаемой технологии при идентичных условиях эксплуатации двигателей составила 11 % за счет динамической теплозащиты днища поршня, приводящей к снижению тепловых потерь и повышению теплового КПД двигателя [3].

### **Литература**

1. Кулаков. К. В. Способ восстановления поршней. Технология восстановления деталей из алюминиевых сплавов газодинамическим напылением с упрочнением микродуговым оксидированием. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Орел : ФГОУ ВПО ОрелГАУ, 2006. 142 с.
2. Curran J. A., Clyne T. W. The thermal conductivity of plasma electrolytic oxide coatings on aluminium and magnesium // *Surface and Coatings Technology*. 2005. № 199. P. 177–183.
3. Theoretical and Practical Study of Possibility to Decrease Thermal Stress in Pistons of Internal Combustion Diesel Engine by Using Galvanic Plasma Modification / S. V. Sergeev [et al.] // *IJAST*. 2019. V. 28, № 8. P. 550–562.